



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 44 20 613 C 1

⑳ Aktenzeichen: P 44 20 613.5-22
㉑ Anmeldetag: 13. 6. 94
㉒ Offenlegungstag: —
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 10. 8. 95

㉔ Int. Cl.⁶:
B 64 C 1/40
B 32 B 19/06
B 32 B 19/02
B 32 B 7/12
C 08 L 79/08
C 08 L 61/00
C 08 L 83/04
C 09 K 21/00
A 62 C 3/08
// B32B 5/02,19/04,
15/04,C08L 61/10,
61/28,C09J 179/08,
161/10,161/28,
183/04,H01B 3/00,
3/04,3/52

DE 44 20 613 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉕ Patentinhaber:
Fa. Carl Freudenberg, 69469 Weinheim, DE

㉖ Erfinder:
Schäfer, Werner, Dipl.-Ing., 69488 Birkenau, DE;
Schaut, Gerhard, Dipl.-Chem. Dr., 69502 Hemsbach,
DE

㉗ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
DE-OS 27 00 608
DE-OS 26 05 102
DE-Z.: Melliand Textilberichte, 6/1987, S.396-401;

㉘ Durchbrandblocker für Flugzeugrümpfe

㉙ Ein Durchbrandblocker für Flugzeugrümpfe besteht aus dem Verbund eines 100 bis 600 g/m² schweren Glimmerpapiers mit ein- oder beidseitig hierauf kaschierten, 30 bis 300 g/m² schweren Vliesstoff-Lagen aus miteinander vernadelten, flammhemmenden Fasern. Die klebende Wirkung des Laminats wird durch teilvernetztes, latent klebefähiges, temperaturbeständiges Bindemittel aus dem Glimmerpapier selbst erzeugt. Das Herstellungsverfahren für den Verbund hat zum Inhalt das klebende Verbinden einer oder beider Flächen eines Glimmerpapiers der genannten Art mit je einer Vliesstofflage unter Druck und bei einer Temperatur, welche die Endvernetzung des Bindemittels nicht auslöst.

DE 44 20 613 C 1

Die Erfindung befaßt sich mit einem Durchbrandblocker für Flugzeugrümpfe und einem Verfahren zu dessen Herstellung.

Bei einem sogenannten post crash fire, das heißt beim Zusammenstoß von Flugzeugen auf dem Boden und Entstehung eines Treibstoffbrandes, ist die Durchbrandzeit eines Flugzeugrumpfes von außen nach innen nur 30 bis 60 Sekunden. Dabei beträgt der Schmelzpunkt der Aluminiumhaut etwa 640°C; brennendes Kerosin erzeugt eine Temperatur von über 1000°C.

Es bestehen derzeit noch keine gesetzlichen Vorschriften, welche das Durchbrandverhalten einer Flugzeugaußenhaut betreffen.

DE-AS 26 05 102 beschreibt einen mehrschichtigen Isolierstoff, bestehend aus mit einem aushärtbaren oder einem ausgehärteten Kunststoff-Bindemittel verbundenen Trägerstoff, Glimmerpapier und einem Abdeckstoff auf der anderen Seite des Glimmerpapiers. Dabei soll die Aufgabe gelöst werden, einen hochtemperaturbeständigen Isolierstoff anzugeben, welcher eine verbesserte Verarbeitungs- und Wickelfähigkeit aufweist und in gewickeltem Zustand eine gleichmäßige Durchimpregnierung mehrerer übereinander angeordneter Lagen zuläßt. Dies wird dadurch erreicht, daß das Bindemittel in einem aus Punkten, Rauten oder Streifen gebildeten Muster angeordnet ist.

Vorzugsweise erfolgt die Zugabe des Härters, und damit die Endvernetzung des vorvernetzten Epoxidharzes, mit dem Imprägniervorgang:

Trägermaterial ist ein Vliesstoff mit musterartig aufgedruckter Haftmasse, welche nach dem Trocknen in vorvernetztem Zustand vorliegt. Hierauf werden Feinglimmerpapier und eine Abdeckbahn aus einem weiteren Vliesstoff mit entsprechendem Haftmassenaufdruck aufeinandergelegt und das Ganze in einem beheizten Kalander innig verbunden.

Diese Version, bei der das Epoxidharz noch nicht endvernetzt ist, wird nun zu einem fertigen Isolierkörper mit Hohlräumen gewickelt, wobei die Glimmerplättchen nicht brechen. Dieser Hohlkörper wird durchdringend imprägniert mit einem Isolierharz, welchem ein für das Bindemittel geeigneter Härter zugesetzt ist. Hierdurch erfolgt während des Durchimpregnierens gleichzeitig die Endhärtung des auf den Vliesstoff musterartig aufgetragenen Epoxidharzes.

In einer anderen, nichtgewickelten Version ist das Kunststoff-Bindemittel des Isolierstoffs bereits ausgehärtet.

Die erste Version eignet sich wegen ihrer geometrischen Form als Wickelkörper nicht zum Einbau in Flugzeugrümpfe. Die zweite Version ist wegen des ausgehärteten Bindemittels derart steif, daß die baulichen Unebenheiten von Flugzeugrümpfen nicht vollflächig überdeckt werden können.

Dieser Stand der Technik ist daher zur Erhöhung der Durchbrandzeit von Flugzeugrümpfen nicht geeignet.

DE-OS 27 00 608 befaßt sich mit einem nichtbrennbaren Verbund-Dämmstoff aus einer Kernschicht A und zwei Deckschichten B. Die Kernschicht A enthält anorganische Leitpartikel, welche miteinander verbunden sind durch 1 bis 30 Gew.-% eines temperaturbeständigen, hochmolekularen Bindemittels mit einer Dauergebrauchstemperatur nach DIN 53 446 von mehr als 100°C. Die beiden Deckschichten B stellen ein flächiges Trägermaterial aus miteinander verbundenen anorganischen oder organischen Fasern oder Drähten dar, wel-

che ebenfalls mit 3 bis 30 Gew.-% des genannten Bindemittels verbunden sind.

Ein solcher Dämmstoff ist wegen des hohen Bindemittelgehalts in allen Schichten sehr steif und vermag sich nicht vollflächig an konturierte Gegenflächen, wie sie im Flugzeugrumpf zahlreich vorhanden sind, anzuschmiegen; das vollständig ausgehärtete Bindemittel ist für die Steifigkeit des Verbund-Dämmstoffs verantwortlich.

Der Wunsch der Flugzeugindustrie besteht in einer Erhöhung der Durchbrandzeit auf 3 bis 4 min, um die Chance für entsprechende Rettungsmaßnahmen zu erhöhen. Dies kann insbesondere mit Hilfe des Einbaus von Durchbrandblocker-Schichten in die Flugzeugaußenhaut-Konstruktion erfolgen, wobei aus verarbeitungstechnischen Gründen diese Schichten weich und flexibel sein müssen, um den Unebenheiten der Flugzeugrumpf-Konstruktion anpaßbar zu sein.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht in einem Durchbrandblocker gemäß dem ersten Patentanspruch. Seine Herstellung wird im ersten Verfahrensanspruch beschrieben; jeweils vorteilhafte Ausgestaltungen in Produkt und Verfahren sind durch die Unteransprüche gekennzeichnet.

Der erfindungsgemäße Durchbrandblocker ist also ein mehrschichtiges Flächengebilde und besteht aus dem Verbund eines 100 bis 600 g/m² schweren Glimmerpapiers mit ein- oder beidseitig hierauf kaschierten, 30 bis 300 g/m² schweren Vliesstoff-Lagen. Der Vliesstoff ist dabei jeweils aus flammhemmenden Fasern aufgebaut, welche einen LOI von 20 bis 55 besitzen. Solche flammhemmenden oder "schwer entflammaren" Fasern sind ausführlich beschrieben in Melland Textilberichte 6/1987, 396 bis 401. Der Bericht umfaßt zahlreiche organische und anorganische Faserstoffe und nennt deren LOI-Werte. Dieser "Limiting-Oxygen-Index" bestimmt die Brennbarkeit von Kunststoffen gemäß ISO 4589, "Kunststoffe — Bestimmung der Brennbarkeit durch den Oxygen-Index", und ist mit gewissen Einschränkungen auch auf Textilien anwendbar, sofern diese aus organischen Faserstoffen bestehen. Wirksames flammhemmendes Verhalten ist in unserer Atmosphäre bei LOI-Werten über etwa 27 zu erwarten.

Glimmerpapier ist bekannt und besteht aus kleinsten Glimmerplättchen, welche miteinander und mit dem Träger aus Papierfasern oder Textilfasern durch ein Bindemittel verbunden sind.

Gemäß der Erfindung ist dieses Bindemittel teilvernetzt und noch latent klebefähig, das heißt, es besteht aus einer polymeren Masse, welche in einem Zwischenstadium der Polymerisation zwar die Glimmerplättchen untereinander und mit dem Träger klebend verbindet, jedoch vor einer durch Energieeinwirkung initiierten Endvernetzung noch klebende Eigenschaften aufweist.

Das Bindemittel ist gemäß der Erfindung in einer Menge von 20 bis 30% des Glimmerpapiergewichts vorhanden und wirkt daher auch auf mindestens einer Fläche des Glimmerpapiers noch klebend.

Ferner muß dieses Bindemittel eine Dauergebrauchstemperatur nach DIN 53 446 von mehr als 100°C besitzen, um bei Brandeinwirkung nicht als erstes zerstört zu werden.

Die genannte Klebefähigkeit des teilvernetzten Bindemittels nach außen hält ein- oder beidseitig des Glimmerpapiers jeweils die 30 bis 300 g/m² schwere Vliesstoff-Lage sicher fest.

Aus den verschiedenen Glimmertypen haben sich Phlogopit und Muskovit als besonders hitzeresistent er-

wiesen.

Zweckmäßig einzusetzende Vliesstoff-Fasern bestehen beispielsweise aus m- und p-Aramid, Phenol, oxidiertem Polyacrylnitril, Polybenzimidazol oder Melamin.

Der Zusammenhalt der Fasern ist allein durch Vernetzen gewährleistet. Dies kann durch Nadelstühle oder durch hochenergetische Wasserstrahlen erfolgen.

Das Glimmerpapier ist zweckmäßig dann beidseitig mit Vliesstoff beschichtet, wenn eine besonders hohe Schalldämmung gewünscht wird, oder wenn die wenig abriebfeste Glimmerpapierschicht bei der Verarbeitung des Verbundes besonders geschützt werden soll.

Vorteilhafte, latent klebefähige Bindemittel für die erfindungsgemäßen Laminats stellen die an sich bekannten Polykondensate, Polyesterimide, Polyamidimide oder stark vernetzte Melamin/Formaldehyd- oder Phenol/Formaldehyd-Harze dar, sofern sie die Dauergebrauchstemperatur von 100°C nach DIN 53 446 nicht unterschreiten. Besonders geeignet sind Silikonharze.

Die flammhemmende Wirkung des Laminats kann noch erhöht werden, wenn eine Seite des Glimmerpapiers mit dem Vliesstoff, die andere Seite mit einer Aluminiumbeschichtung versehen ist. Zweckmäßig wird diese Al-Reflexionsschicht bezüglich der Flugzeughaut nach außen weisen.

Die flammhemmende Wirkung der Vliesstoff-Fasern kann noch dadurch erhöht werden, daß der Vliesstoff mit Vermikulit, einem überalterten Glimmer, imprägniert oder auf seinen Oberflächen beschichtet ist.

Vorteilhafterweise ist der Durchbrandblocker-Verbund zur Montage und Fixierung im Flugzeugrumpf ein- oder beidseitig mit einem selbsthärtenden Klebstoff ausgerüstet, dessen Aktivierungstemperatur mindestens der Endvernetzungstemperatur des genannten Bindemittels im Laminat entspricht.

Beispiele solcher Klebstoffe werden in den folgenden Ausführungen angegeben.

Im Rahmen der Erfindung ist es auch möglich, einen selbstklebend wirkenden Klebstoff entsprechend zu verwenden, wobei dann dessen Aktivierung selbstverständlich entfällt.

Die Herstellung des Glimmerpapiers an sich ist bekannt und wird durch Spezialfirmen ausgeführt: Dabei legt man im Prinzip eine Glimmerpulpel über eine Langsiebmaschine zu Glimmerpapier auf einem Träger ab. Die Verbindung der Glimmerteilchen untereinander und mit dem Träger, hier ein dünnes Fasermaterial, erfolgt durch ein Kunstharz-Bindemittel, welches teilvernetzt wird und danach noch latent klebefähige Eigenschaften bis zu den Oberflächen des Glimmerpapiers besitzt. Hierfür zweckmäßige Bindemittel wurden bereits in der Beschreibung genannt.

Das fertige Glimmerpapier weist eine Flächenmasse von 100 bis 600 g/m² auf; als Glimmer wird Phlogopit oder Muskovit ausgewählt.

Die Teilvernetzung des Bindemittels erfolgt durch Wärme, wobei Datenblätter für die jeweiligen Bindemittel genaue Angaben liefern.

Ein flammhemmender Vliesstoff der eingangs genannten Art wird nun ein- oder beidseitig auf das Glimmerpapier unter Druck kaschiert, wobei das Bindemittel des Glimmerpapiers als Klebmedium wirkt. Dabei muß lediglich darauf geachtet werden, daß die einwirkende Temperatur nicht zur vollständigen Vernetzung des Bindemittels führt. Erfindungsgemäß darf dieser Vorgang erst beim Einbau des Laminats in den Flugzeugrumpf erfolgen.

Die Fixierung des Verbundes mit dem Flugzeugrumpf erfolgt vorzugsweise durch ein- oder beiderseits des Verbundes aufgetragenen, selbsthärtenden Klebstoff, zweckmäßig z. B. auf Basis von Silikon-, Acrylat- oder Epoxidharzen.

Diese Klebstoffe werden beim Verarbeiten in der Hitze aktiviert; die erforderliche Wärmeeinwirkung, welche ebenfalls entsprechenden Datenblättern zu entnehmen ist, initiiert dabei nicht nur die Verklebung mit der Außenhaut des Flugzeugs, sondern auch die Endvernetzung des Bindemittels, welches den Zusammenhalt des Durchbrandblockers gewährleistet, wenn man eine Auswahl dergestalt trifft, daß die zur Aktivierung erforderliche Temperatur größer oder gleich der Endvernetzungstemperatur des Bindemittels ist.

Für den Fall, daß man den Verbund ein- oder beidseitig mit einem selbstklebenden Klebstoff ausrüstet, entfallen natürlich diese Temperaturvorgaben. Dieser Klebstoff darf nur nicht durch die Aktivierungshitze zerstörbar sein.

Insbesondere bei einer zweischichtigen Version des erfindungsgemäßen Durchbrandblockers ist es vorteilhaft, nach dem Beschichten des Glimmerpapiers mit dem Vliesstoff die freie Fläche der Glimmerpapierschicht mit einer Aluminiumschicht zu bedampfen. Dies kann beispielsweise durch Sputtern erfolgen.

Man kann den Vliesstoff noch flammfester ausgestalten, d. h. die Durchbrandzeit verlängern, wenn man ihn vor der Laminierung mit einer Vermikulitsuspension imprägniert oder seine Oberflächen damit beschichtet. Dabei verwendet man rund 100 Prozent Vermikulit, bezogen auf das Vliesstoffgewicht. Ein solchermaßen imprägnierter Vliesstoff erfüllt dann allein bereits die Forderungen hinsichtlich des Brandverhaltens nach DIN 5510, Klasse S 5, sowie nach FAR 25.853 b.

Der Durchbrandblocker gewährleistet durch seinen erfindungsgemäßen Aufbau eine für die Verarbeitung im Flugzeugrumpf vorteilhafte Flexibilität, wobei Unebenheiten problemlos überdeckt werden können. Insbesondere bei dreischichtigen Versionen des Durchbrandblockers ist es durchaus möglich, bautechnisch bedingte Unebenheiten in den zu bearbeitenden Flächen auszugleichen.

Prinzipiell sind zwei Möglichkeiten der Verarbeitung gegeben:

1. Das Aufkleben des Durchbrandblocker-Verbundes direkt auf die Innenseite der metallischen Außenhaut des Flugzeugrumpfes. Dabei sollte bei zweischichtigen Laminaten die Glimmerseite gegen das Aluminium gerichtet sein.
2. Das Aufkleben auf die Seitenwand der Flugzeugkabine als Bestandteil der dort ohnehin vorhandenen Sekundärisolierung. Darauf kann dann die Standardisolierung, z. B. Mineralwolle, aufgebracht werden.

Der Vliesstoff des erfindungsgemäßen Laminats trägt auch zu einer Verbesserung der schalldämmenden Wirkung der Außenhaut bei.

Insbesondere wird jedoch das Brandverhalten dergestalt verbessert, daß die Durchbrandzeit mindestens drei Minuten beträgt.

Patentansprüche

1. Durchbrandblocker für Flugzeugrumpfe, bestehend aus dem Verbund (Laminat) eines 100 bis

- 600 g/m² schweren Glimmerpapiers mit ein- oder beidseitig hierauf kaschierten, 30 bis 300 g/m² schweren Vliesstoff-Lagen aus miteinander vernetzten, flammhemmenden Fasern, welche einen LOI von 20 bis 55 aufweisen, wobei die klebende Verbindung Glimmerpapier/Vliesstoff jeweils mittels eines teilvernetzten, noch latent klebefähigen Bindemittels besteht, welches Bestandteil des Glimmerpapiers selbst ist, wobei das Bindemittel eine Dauergebrauchstemperatur nach DIN 53 446 von mehr als 100°C besitzt und 20 bis 30 Gew.-% des Glimmerpapiers ausmacht, wobei das Bindemittel auch auf der jeweils mit dem Vliesstoff verbundenen Fläche des Glimmerpapiers in klebewirksamer Menge vorhanden ist und wobei der Glimmerbestandteil vom Typ Phlogopit oder Muskovit ist.
2. Durchbrandblocker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbund ein- oder beidseitig mit einem mindestens bei der Endvernetzungs-temperatur des Bindemittels wärmeaktivierbaren, selbsthärtenden Klebstoff ausgerüstet ist.
3. Durchbrandblocker nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das latent klebefähige Bindemittel ein Polykondensat, ein Polyesterimid, ein Polyamidimid, ein stark vernetztes Melamin/Formaldehyd- oder Phenol/Formaldehyd-Harz oder ein Silikonharz ist.
4. Durchbrandblocker nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Glimmerpapier-Fläche eine Aluminiumbeschichtung aufweist.
5. Durchbrandblocker nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Vliesstoff mit Vermikulit imprägniert und auf seinen Flächen beschichtet ist.
6. Verfahren zur Herstellung eines Durchbrandblockers für Flugzeugrümpfe mit den Schritten:
- Herstellung eines Glimmerpapiers mit einer Flächenmasse von 100 bis 600 g/m² aus Phlogopit oder Muskovit in an sich bekannter Weise, wobei man für die Bindung der Glimmer-
teilchen ein teilvernetztes Kunstharz-Binde-
mittel verwendet, welches nach der Herstel-
lung des Glimmerpapiers auf dessen Oberflä-
chen noch latent klebefähig und nicht endver-
netzt ist, wobei man 20 bis 30% des Glimmer-
papiergewichts eines Bindemittels verwendet,
welches eine Dauergebrauchstemperatur nach
DIN 53 446 von mehr als 100°C besitzt,
 - klebendes Verbinden einer oder beider Sei-
ten des Glimmerpapiers mit 30 bis 300 g/m²
schwerem, genadeltem Vliesstoff aus flamm-
hemmenden, einen LOI von 20 bis 55 aufwei-
senden Fasern, unter Ausnutzung der Klebe-
wirkung des Bindemittels, mit Druck und einer
nicht zur weiteren Vernetzung des Bindemit-
tels führenden Temperatur.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekenn-
zeichnet, daß man nach dem einseitigen Beschich-
ten des Glimmerpapiers mit dem Vliesstoff die freie
Fläche des Glimmerpapiers mit einer Aluminium-
schicht bedampft.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch ge-
kennzeichnet, daß man vor dem Beschichten mit
dem Vliesstoff diesen mit einer wäßrigen Suspen-
sion aus Vermikulit trinkt oder beidseitig beschich-
tet und dann das Suspensionsmittel abzieht.



US005595817A

United States Patent [19]**Schafer et al.**[11] **Patent Number:** **5,595,817**[45] **Date of Patent:** **Jan. 21, 1997**[54] **FLAME PENETRATION BLOCKER FOR FUSELAGES**[75] Inventors: **Werner Schafer**, Birkenau; **Gerhard Schaut**, Hemsbach, both of Germany[73] Assignee: **Firma Carl Freudenberg**, Weinheim, Germany[21] Appl. No.: **459,079**[22] Filed: **Jun. 2, 1995**[30] **Foreign Application Priority Data**

Jun. 13, 1994 [DE] Germany 44 20 613.5

[51] **Int. Cl.⁶** **B32B 5/16**[52] **U.S. Cl.** **428/283; 428/286; 428/287; 428/920; 428/921; 156/327; 156/329; 427/207.1; 427/248.1**[58] **Field of Search** **428/283, 286, 428/287, 920, 921; 427/207.1, 248.1; 156/327, 329**[56] **References Cited****U.S. PATENT DOCUMENTS**

5,079,077 1/1992 Sakayanagi et al. 428/237

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

2700608 7/1978 Germany .

1563067 3/1980 United Kingdom .

Primary Examiner—Christopher Raimund
Attorney, Agent, or Firm—Kenyon & Kenyon[57] **ABSTRACT**

A flame penetration blocker for fuselages which is a laminate of a 100 to 600 g/m² mica paper having laminated on one or both sides of it 30 to 300 g/m² needled fabric layers made of flame-retardant fibers. The adhesive effect of the laminate is produced by a partially cross-linked, latently adhesive, temperature resistant binding agent incorporated into the mica paper itself. The laminate is made by adhesive bonding one or both surfaces of a mica paper of the named type with a needled fabric layer under pressure and at a temperature that does not trigger the final cross-linking of the binding agent.

16 Claims, No Drawings

FLAME PENETRATION BLOCKER FOR FUSELAGES

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

The invention relates to a flame penetration blocker for fuselages and a method for its manufacture.

2. Description of Related Art

In a so-called post crash fire, i.e., upon the impact of aircraft on the ground and development of a fuel fire, the flame penetration time of a fuselage from outside to inside is only 30 to 60 seconds. Moreover, the melting point of the aluminum skin amounts to approximately 640° C.; burning kerosine produces a temperature of over 1000° C.

Presently, there are still no legal regulations which relate to the flame penetration behavior of an aircraft skin.

German patent application 26 05 102 describes a multi-layered insulating material consisting of carrier material bonded with a curable or a cured plastic binding agent, mica paper and a cover material on the other side of the mica paper. The stated objective of this patent is to specify a high-temperature resistant insulating material which has an improved processability and winding properties, and in a wound state allows for a uniform full impregnation of a plurality of layers arranged one over another. This is achieved by arranging the binding agent in a pattern formed of points, diamonds or stripes.

Preferably, the addition of the hardener, and therewith the final cross-linking of the pre-crosslinked epoxy resin, is carried out with the following impregnation process. The carrier material is a formed fabric having adhesive substance imprinted in a pattern, which, after the drying, exists in pre-crosslinked state. Onto this, fine mica paper and a cover sheet made of a further formed fabric having corresponding adhesive substance imprint are laid on top of one another, and the entirety is intimately bonded in a heated calender. This version, in which the epoxy resin is still not finally cross-linked, is now wound to form a finished insulating body with hollow spaces, the mica sheets not breaking. This hollow body is penetratingly impregnated with an insulating resin to which is added a curing agent suitable for the binding agent. By this means, the final curing of the epoxy resin pattern-imprinted on the formed fabric is carried out simultaneously during the full impregnation.

In another non-wound version, the plastic binding agent of the insulating material is already cured.

Because of its geometric shape as a wound structure, the first version is not suitable for installation in fuselages. Because of the cured binding agent, the second version is stiff to such an extent that the structural irregularities of fuselages cannot be covered all over.

Therefore, this prior art is not suitable for increasing the flame penetration time of fuselages.

The German patent application 27 00 608 relates to a non-flammable composite insulating material composed of a core sheet A and two covering layers B. The core sheet A contains inorganic conductive particles which are bonded together by 1 to 30% by weight of a temperature resistant, high-molecular binding agent having a lasting service temperature in accordance with DIN 53 446 of more than 100° C. The two covering layers B represent a flat carrier material of inorganic or organic fibers or wires bonded together, which are likewise bonded with 3 to 30% by weight of the named binding agent.

Because of the high content of binding agent in all the layers, such an insulating material is very stiff and is not able to conform all over to contoured opposite surfaces as they exist in large number in the fuselage. The completely cured binding agent is responsible for the stiffness of the composite insulating material.

SUMMARY OF THE INVENTION

The desire of the aircraft industry and the object of the invention is for an increase in the flame penetration time to 3 to 4 minutes in order to increase the opportunity for appropriate rescue measures. This can be carried out in particular with the help of the incorporation of flame penetration blocker layers in the aircraft skin construction, these layers having to be non-rigid and flexible for technical processing reasons in order to be adaptable to the irregularities of the fuselage construction.

These and other objects are met by the present invention which provides a flame penetration blocker for fuselages comprising a laminate of a 100 to 600 g/m² heavy phlogopite or muscovite mica paper having laminated on at least one side thereof a 30 to 300 g/m² heavy formed fabric layer composed of flame-retardant fibers which have an LOI of 20 to 55 and are needled together. The mica paper is bonded to the formed fabric layer with a partially cross-linked, latently adhesive binding agent that is a component of the mica paper itself, the binding agent having a lasting service temperature in accordance with DIN 53 446 of more than 100° C. and being present in an amount from 20 to 30% by weight of the mica paper and in an effective adhesive quantity to bond the mica paper to the formed fabric layer.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

Thus, the flame penetration blocker according to the invention is a multilayered fabric and includes the composite of a 100 to 600 g/m² heavy mica paper having 30 to 300 g/m² heavy formed fabric layers bonded to it on one or both sides. At the same time, the formed fabric in each case is composed of flame-retardant fibers which have an LOI of 20 to 55. Such flame-retardant or "difficult to ignite" fibers are described in detail in *Melliand Textilberichte* [Melliand Textile Reports] 6/1987, 396 to 401. The report includes numerous organic and inorganic fibrous materials and names their LOI values. This "Limiting-Oxygen-Index" determines the flammability of plastics according to ISO 4589, "Kunststoffe—Bestimmung der Brennbarkeit durch den Oxygen-Index" [Plastics—Determination of Flammability by the Oxygen Index], and, with certain restrictions is also applicable to textiles provided that these consist of organic fibrous materials. Effective flame-retardant behavior is to be expected in our atmosphere at LOI values above approximately 27.

Mica paper is known and consists of the smallest mica sheets which are bonded by means of a binding agent with each other and with the carrier made of paper fibers or textile fibers.

According to the invention, this binding agent is partially cross-linked and still latently adhesive. That is, it consists of a polymer substance which, in an intermediate stage of the polymerization, adhesively bonds the mica sheets among themselves and to the carrier, however, still has adhesive properties before a final cross-linking initiated by the effect of energy.

According to the invention, the binding agent is present in a quantity of 20 to 30% of the weight of the mica paper, and therefore also still acts adhesively on at least one of the surfaces of the mica paper.

Further, this binding agent must have a lasting service temperature in accordance with DIN 53 446 of more than 100° C. in order not to be destroyed first thing in case of the effect of fire.

The indicated adhesion of the partially cross-linked binding agent externally reliably holds fast the 30 to 300 g/m² heavy formed fabric layer on one or both sides respectively of the mica paper.

Of the various types of mica, phlogopite and muscovite have proven to be particularly heat resistant.

Formed fabric fibers which are preferably used consist, for example, of m and p aramide, phenol, oxidized polyacrylonitrile, polybenzimidazole, or melamine.

The coherency of the fibers is assured solely by needling. This can be carried out by needle looms or by high-energy water jets.

The mica paper is then preferably coated or overlaid on both sides with formed fabric if a particularly high sound reduction is desired or if the not very abrasion-proof mica paper layer should be specially protected in the processing of the composite.

The generally known polycondensates, polyester imides, polyamide imides or strongly cross-linked melamine/formaldehyde or phenol/formaldehyde resins represent advantageous, latently adhesive binding agents for the laminates according to the invention, provided they do not fall below the lasting service temperature of 100° C. in accordance with DIN 53 446. Silicone resins are particularly suitable.

The flame-retardant effect of the laminate can even be increased if one side of the mica paper is provided with the formed fabric and the other side with an aluminum coating. This Al-reflection coating will effectively face outwardly with regard to the aircraft skin.

The flame-retardant effect of the formed fabric fibers can be further increased by impregnating the formed fabric, or coating its surfaces with vermiculite, an over-aged mica.

For installation and fixing in the fuselage, the flame penetration blocker composite is advantageously furnished on one or both sides with a self-hardening adhesive whose activation temperature corresponds at least to the final cross-linkage temperature of the indicated binding agent in the laminate.

Examples of such adhesives are specified below.

Within the scope of the invention, it is also possible to appropriately use a self-adhering, active adhesive, its activation of course then not being applicable.

The manufacture of the mica paper is generally known and is carried out by specialty firms. In doing so, in principle a mica pulp is laid down by way of a Fourdrinier™ machine to form mica paper on a carrier. The bonding of the mica particles among themselves and to the carrier, in this case a thin fibrous material, is accomplished by a synthetic resin binder which is partially cross-linked and after that still possesses latently adhesive properties up to the surface areas. Suitable binding agents for this are named in the specification above. The finished mica paper has a mass per unit area of 100 to 600 g/m²; phlogopite or muscovite is selected as mica. The partial cross-linking of the binding agent is carried out by means of heat, data sheets for the respective binding agents furnishing exact particulars.

A flame-retardant formed fabric of the type named at the beginning is now laminated under pressure on one or both

sides of the mica paper, the binding agent of the mica paper functioning as the adhesive medium. In so doing, care must just be taken that the acting temperature does not lead to the complete cross-linking of the binding agent. According to the invention, this process may first be carried out upon installation of the laminate in the fuselage.

The fixing of the composite to the fuselage is accomplished preferably by self-hardening adhesive, advisably on a base of silicone, acrylate or epoxy resins, for example, which is applied on one or both sides of the composite.

These adhesives are activated during processing in the heat; the requisite heat action, which likewise can be gathered from appropriate data sheets, initiates at the same time not only the bonding to the skin of the aircraft, but also the final cross-linking of the binding agent which assures the coherency of the flame penetration blocker, if one chooses in such a way that the temperature necessary for the activation is greater or the same as the final cross-linking temperature of the binding agent.

In the event that the composite is furnished on one or both sides with a self-adhering adhesive, naturally these temperature stipulations do not apply. This adhesive just must not be destructible by the activation heat.

In the case of a two-layer version of the flame penetration blocker according to the invention, after the coating of the mica paper with the formed fabric, it is advantageous to vapour-deposit the free surface of the mica paper layer with an aluminum coating. This can be carried out, for instance, by sputtering.

The formed fabric can be developed to be even more flame-proof, i.e., lengthen the flame penetration time, if, before laminating, it is impregnated, or its surfaces are coated with a vermiculite suspension. In so doing, roughly 100 percent vermiculite is used, relative to the weight of the formed fabric. A formed fabric impregnated in such a manner then already fulfills alone the requirements with regard to behavior in fire in accordance with DIN 5510, class S 5, as well as in accordance with FAR 25.853 b.

Because of its construction according to the invention, the flame penetration blocker assures a flexibility advantageous for the processing in the fuselage, irregularities being able to be covered without difficulty. Particularly in the case of the three-layer versions of the flame penetration blocker, it is quite possible to compensate for irregularities contingent on structural engineering in the surfaces to be processed.

In principle, two possibilities for processing are given:

1. The sticking of the flame penetration blocker composite directly onto the inner side of the metallic skin of the fuselage. In so doing, in the case of two-layer laminates, the mica side should be arranged against the aluminum.
2. The sticking on the side wall of the aircraft cabin as a component of the secondary insulation present there in any case. On it, the standard insulation, mineral wool for instance, can then be applied.

The formed fabric of the laminate according to the invention also contributes to an improvement in the sound deadening effect of the skin. However, the principal advantage is that the behavior in fire is improved to such an extent that the flame penetration time amounts to at least three minutes.

What is claimed is:

1. A flame penetration blocker for fuselages comprising a composite of a 100 to 600 g/m² phlogopite or muscovite mica paper having laminated on at least one side thereof a 30 to 300 g/m² needled fabric layer composed of flame

5

retardant fibers which have an LOI value of 20 to 55, the mica paper being bonded to the needled fabric layer with a partially cross-linked, latently adhesive binding agent that is a component of the mica paper itself, the binding agent having a lasting service temperature in accordance with DIN 53 446 of more than 100° C. wherein the binding agent is incorporated into the mica paper in an amount from 20 to 30% by weight of the mica paper.

2. The flame penetration blocker according to claim 1, wherein the composite further comprises, on at least one side thereof, a self-hardening adhesive capable of being activated by heat at at least the final cross-linking temperature of the binding agent.

3. The flame penetration blocker according to claim 1, wherein the latently adhesive binding agent is a polycondensate, a polyester imide, a polyamide imide, a cross-linked melamine/formaldehyde resin, a cross-linked phenol/formaldehyde resin or a silicone resin.

4. The flame penetration blocker according to claim 2, wherein the latently adhesive binding agent is a polycondensate, a polyester imide, a polyamide imide, a cross-linked melamine/formaldehyde resin, a cross-linked phenol/formaldehyde resin or a silicone resin.

5. The flame penetration blocker according to claim 1, wherein the mica paper has a surface having an aluminum coating.

6. The flame penetration blocker according to claim 2, wherein the mica paper has a surface having an aluminum coating.

7. The flame penetration blocker according to claim 3, wherein the mica paper has a surface having an aluminum coating.

8. The flame penetration blocker according to claim 1, wherein the needled fabric is impregnated and is coated on its surfaces with vermiculite.

9. The flame penetration blocker according to claim 2, wherein the needled fabric is impregnated and is coated on its surfaces with vermiculite.

10. The flame penetration blocker according to claim 3, wherein the needled fabric is impregnated and is coated on its surfaces with vermiculite.

6

11. The flame penetration blocker according to claim 5, wherein the needled fabric is impregnated and is coated on its surfaces with vermiculite.

12. The flame penetration blocker according to claim 6, wherein the needled fabric is impregnated and is coated on its surfaces with vermiculite.

13. A method for manufacturing a flame penetration blocker for fuselages comprising the steps of:

forming a mica paper having a mass per unit area of 100 to 600 g/m² from phlogopite or muscovite, by bonding together mica particles with a partially cross-linked synthetic resin binding agent which is latently adhesive on its surfaces and not finally cross-linked, the binding agent being used in a quantity of 20 to 30% of the mica paper weight and being characterized by a lasting service temperature in accordance with DIN 53 446 of more than 100° C.,

bonding at least one side of the mica paper to a 30 to 300 g/m² heavy, needled formed fabric made of flame-retardant fibers having an LOI of 20 to 55, using the adhesive effect of the binding agent, with pressure and a temperature which does not result in further cross-linking of the binding agent.

14. The method according to claim 13, wherein after bonding the mica paper on one side thereof with the formed fabric, an opposite side of the mica paper is vapour-deposited with an aluminum coating.

15. The method according to claim 13, further comprising the steps of impregnating or coating the formed fabric on both sides thereof with an aqueous suspension of vermiculite and subsequently draining off the suspending agent, before attaching the mica paper to the formed fabric.

16. The method according to claim 14, further comprising the steps of impregnating or coating the formed fabric on both sides thereof with an aqueous suspension of vermiculite and subsequently draining off the suspending agent, before attaching the mica paper to the formed fabric.

* * * * *